

Торчинский А.И., канд. техн. наук, Андреев С.К.
Институт газа НАН Украины, Киев
ул. Дегтяревская, 39, 03113 Киев, Украина, e-mail: tor_ingaz@ukr.net

Разработка модернизированных газогорелочных устройств серии ГС-М для туннельных печей обжига керамического кирпича

На базе газогорелочных устройств серии ГС разработаны новые устройства, в которых установлены газовые каналы для эксплуатации в режиме максимальной и минимальной длины факела. Это позволяет повысить устойчивость факела при низких температурах рабочего пространства (ниже температуры воспламенения природного газа), что обеспечивает повышение экономических показателей работы туннельной печи обжига керамического кирпича. *Библ. 5, рис. 2.*

Ключевые слова: газогорелочное устройство, стабилизатор горения, минимальная длина факела, туннельная печь, зона предварительного подогрева.

В туннельных печах обжига керамического кирпича самым сложным местом для обжига являются зоны предварительного подогрева. Ранее в этих зонах горелки не устанавливали, а устанавливали их в зонах печи, где температура составляла не менее 750 °С. Указанное вследствие резкого перехода от низких температур садки к более высоким приводило к образованию трещин, а при глинах, чувствительных к обжигу, к разрушению кирпича. Очевидным было, что необходимо подогревать садку на более ранних позициях. Для работы газогорелочных устройств в таких условиях необходимо решить задачу стабилизации пламени при низких температурах зон предварительного подогрева. Самым очевидным решением для стабилизации пламени было сжигание газа в огнеупорных туннелях, примыкающих к горелкам [1], что было реализовано созданием отдельного узла горелки с огнеупорным туннелем. Розжиг горелки в туннеле осуществляется электрическим запальником, оснащенным высоковольтным трансформатором. Таким образом, такая горелка обрастает дополнительными узлами и системами, которые удорожают ее конструкцию.

В Институте газа НАН Украины разработаны конструкции горелок, которые могут работать в условиях низких температур в зонах предварительного подогрева туннельных печей. В указанных горелках, не отличающихся по своим функциональным показателям от известных конструкций, нет дополнительного керамического туннеля и системы зажигания. Это достигнуто за счет применения встроенного в горелку стабилизатора горения [2, 3]. При этом

розжиг горелки осуществлялся от ручного запальника. Кроме стабилизации основного факела горения при низких температурах, ставилась задача организации скоростного горения с длинным факелом и обеспечения длительного ресурса эксплуатации горелки, что достигалось подачей воздуха давлением около 2 кПа при давлении газа 10 кПа, а также отказом от полного предварительного смешения газа с воздухом: приблизительно 50 % газа и воздуха смешивалось в пределах горелки, а 50 % смешивалось в рабочем канале печного агрегата.

Таким образом, используемые давления воздуха и газа обеспечивали наличие скоростной струи истекающей газозвоздушной смеси, которая также выполняла и охлаждение металлических узлов горелки. Кроме того, осуществляемое в горелке неполное предварительное смешение позволило удлинить факел и дать возможность отвести от металлических узлов горелки ядро высоких температур, образующихся в факеле при сжигании газозвоздушной смеси.

Разработанные горелки получили название «Газогорелочные устройства серии ГС (горелка скоростная)». Был разработан широкий ряд их типоразмеров тепловой мощностью 50, 80, 100, 120, 150, 200, 250, 300 кВт [4]. Эти горелки широко востребованы в силу ряда их конструктивных особенностей. Двухстадийное смешение природного газа с окислителем увеличивает длину факела и обеспечивает равномерность температуры по его длине, достигается снижение образования токсичных оксидов азота и увеличение ресурса эксплуатации. Организация скоростного факела обеспечивает равномер-

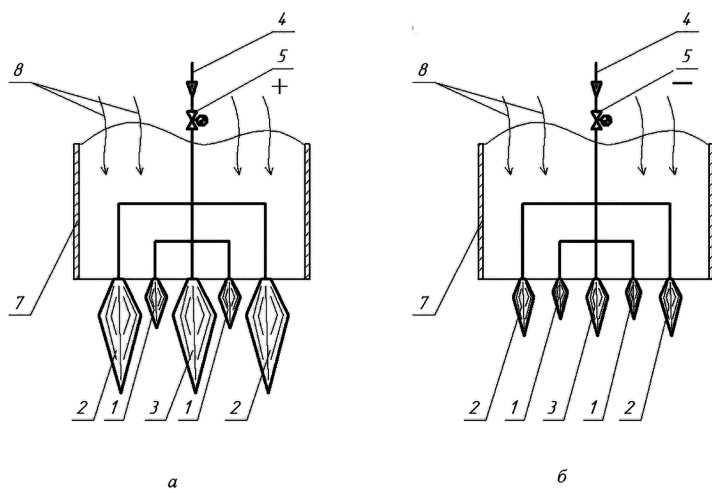


Рис.1. Принципиальная схема газовых входов и выходов базового газогорелочного устройства серии ГС и длина факела при эксплуатации на «максимальном факеле» (а) и на «минимальном факеле» (б): 1 — первый выход газа в стабилизатор и факел при эксплуатации на «максимальном и минимальном факеле»; 2 — второй выход газа в корпус горелки и факел при эксплуатации на «максимальном и минимальном факеле»; 3 — третий выход газа в рабочий канал печи и факел при эксплуатации на «максимальном и минимальном факеле»; 4 — вход газа в горелку; 5 — автоматическая регулирующая арматура, которая создает «максимальный и минимальный факел» при помощи соответственно неполного открытия «+» и неполного закрытия «-»; 7 — корпус горелки; 8 — движение воздуха, поступающего на горение газа.

ность температурного поля по поперечному сечению печи вследствие циркуляции печных газов в рабочем канале, а также увеличивает конвективную составляющую факела горелки. Высокая стабилизация факела дает возможность эксплуатировать горелку при любых температурах ниже 750 °С.

Особый эффект от применения газогорелочных устройств серии ГС достигается в зоне предварительного подогрева вследствие стабильности работы в зонах низких температур скоростного, компактного и достаточно длинного факела [5].

Разработанные в Институте газа НАН Украины горелки получили широкое распространение и внедрены на многих туннельных печах производства керамического кирпича в Украине и за рубежом. В Украине горелки работают на таких наиболее известных предприятиях как Корчеватский комбинат строительных материалов, г. Киев, завод «Стройматериалы», г. Белая Церковь, и на других предприятиях. В странах СНГ газогорелочные устройства серии ГС были установлены на туннельных печах НПО «Керамика», г. С.-Петербург, Россия; НПО «Ленстройкерамика», г. С.-Петербург, Россия; ООО «Богандинский кирпичный завод», г. Тюмень, Россия; ООО «Биотех», г. Волгоград, Россия; ООО «Геодор», г. Энгельс, Россия; ОАО «Ке-

рамик», г. Витебск, Беларусь; ООО «Метехис керамика», г. Метехи, Грузия [4].

Таким образом, разработка новых газогорелочных устройств была вызвана необходимостью их эксплуатации в туннельных печах обжига керамического кирпича в зонах предварительного подогрева, то есть в условиях температур ниже 750 °С. Конструктивно горелка имеет один вход и три выхода газа (рис.1): первый — в стабилизатор; второй — в корпус горелки для частичного предварительного смешения; третий — в рабочий канал печного агрегата. При увеличении температуры выше заданной или проталкивании вагонеток в туннельной печи работа всех горелок осуществляется в режиме «минимального факела», который обеспечивает минимальный расход природного газа. Этот расход газа, поступающий в саму горелку, определяется минимально возможным проходным сечением регулирующей арматуры, стоящей перед горелкой (или группой горелок). В горелке газ распределяется по трем каналам пропорционально проходному сечению каждого выхода газа.

Выход газа в стабилизатор осуществляется при минимальном открытии запорной арматуры. Минимальный расход газа, входящий в стабилизатор, определяет работоспособность горелки в режиме «минимального факела». Этот расход является постоянной величиной и устанавливается в период наладочных работ. Площадь сечения двух других выходов в 7–8 раз больше, поэтому здесь расход газа выше и пропорционален сечению. Вследствие этого расход природного газа горелки в режиме «минимального факела» получается также высоким.

С увеличением ширины канала туннельных печей расположение газогорелочных устройств в боковых стенах оказалось неэффективным, что обусловило необходимость расположения газогорелочных устройств в своде. Проанализируем работу горелки ГС в режиме «минимального факела». На всех позициях зоны предварительного подогрева и обжига поверхность свода имеет самую высокую температуру. Как показывают результаты исследования, самый большой перепад температур между подом и сводом наблюдается в зоне предварительного подогрева, и этот перепад может достигать 300 °С. По мере удаления от дымососа печи в сторону зоны обжига этот

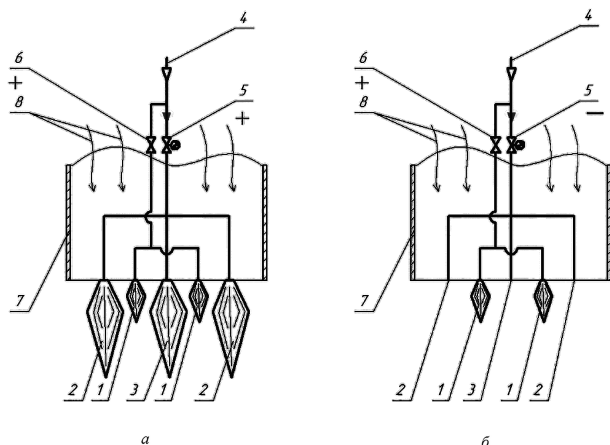


Рис.2. Принципиальная схема газовых входов и выходов модернизированного газогорелочного устройства серии ГС-М и длина факела при эксплуатации на «максимальном факеле» (а) и на «отсутствующем факеле» (б): 1 — первый выход газа в стабилизатор и факел при эксплуатации на «максимальном и отсутствующем факеле»; 2 — второй выход газа в корпус горелки и факел при эксплуатации на «максимальном и отсутствующем факеле»; 3 — третий выход газа в рабочий канал печи и факел при эксплуатации на «максимальном и отсутствующем факеле»; 4 — вход газа в горелку; 5 — основной газопровод и автоматическая регулирующая арматура, которая создает «максимальный факел», а также создает «отсутствующий факел» при помощи соответственно неполного открытия «+» и полного закрытия «-»; 6 — байпасный газопровод и регулирующая арматура на нем; 7 — корпус горелки; 8 — движение воздуха, поступающего на горение газа.

перепад уменьшается, но остается значительным. В период проталкивания вагонеток температура под сводом печи увеличивается вследствие уменьшения скорости движения продуктов сгорания к дымососу. При этом сам «минимальный факел» сконцентрирован у свода, поэтому в зонах с высокими температурами такая концентрация факела может привести к перегреву свода и металлических узлов горелки.

Из приведенного выше следует, что при проталкивании вагонеток нет необходимости в работе горелок и, следовательно, автоматика печи должна работать таким образом, чтобы отключать подачу природного газа, а подачу воздуха осуществлять в минимальном количестве, необходимом для охлаждения металлических узлов горелок. Однако, для позиций печи, где температура ниже температуры воспламенения, необходимо либо устанавливать горелки с автоматическим электророзжигом, либо устанавливать горелки без автоматического электророзжига, в которых при проталкивании вагонеток не будет происходить отключение подачи природного газа, но его расход будет минимальный.

Из вышеизложенного следует, что газогорелочные устройства серии ГС не в полной мере соответствуют указанным требованиям, так как в режиме «минимального факела» они имеют повы-

шенный расход природного газа. Учитывая вышеизложенное, нами была поставлена задача разработать горелку, которая в режиме «минимального факела» имела бы минимальный расход природного газа. Это достигалось тем, что в разработанной конструкции горелки природный газ поступал только через минимальные проходные сечения горелки, а остальные проходные сечения были отключены от подачи природного газа.

Как видно из рис.2, в период перехода горелки в режим минимального расхода газа (период проталкивания вагонеток или достижения температуры выше заданной) газ в горелку поступает только через отверстия стабилизатора по байпасному газопроводу, а поступление газа через другие отверстия перекрыты автоматической регулирующей арматурой. При этом расход газа, поступающий в стабилизатор, является постоянной величиной и подбирается в период наладочных работ.

В Институте газа НАН Украины было изготовлено газогорелочное устройство, принципиальная схема которого представлена на рис.2. Проведены испытания и исследования с целью отработки конструктивных и теплотехнических параметров, а также параметров устойчивой эксплуатации при различных тепловых и аэродинамических режимах самой туннельной печи. Испытания работы горелки и соответствующие исследования были выполнены на действующей туннельной печи частного акционерного общества с иностранными инвестициями «Слобожанська будівельна кераміка» (с. Озера Киевской обл.)

Выводы

В Институте газа НАН Украины создано модернизированное газогорелочное устройство для применения в туннельных печах обжига керамического кирпича. Проведенные промышленные испытания показали эффективность использования созданных газогорелочных устройств в туннельных печах с боковым и со сводовым их расположением.

Список литературы

1. Иссерлин А.С. Основы сжигания газового топлива. М. : Недра, 1987. 336 с.
2. Пат. 28025 Укр., МПК⁶ С 2 F 23 D 14/00. Газовая горелка. А.И.Торчинский, Г.Н.Павловский. Оpubл. 16.10.2000, Бюл. № 5.

3. Пат. 27849 Укр., МПК⁶ С 2 F 23 D 14/00. Газовая горелка. А.И.Торчинский, Г.Н.Павловский, Ю.М.Величко. Оpubл. 16.10.2000, Бюл. № 5.
4. Торчинский А.И., Ляшко А.Ю., Сергиенко А.А. Модернизация парка туннельных печей производства керамического кирпича. 1. Концепция программы модернизации туннельных печей для обжига керамического кирпича и ее реализация. *Енерготехнології і ресурсосбереження*. 2010. № 1. С. 72–75.
5. Торчинский А.И., Ляшко А.Ю., Сергиенко А.А. Модернизация парка туннельных печей производства керамического кирпича. 2. Совершенствование системы отопления печей. *Енерготехнології і ресурсосбереження*. 2010. № 2. С. 57–60.

Поступила в редакцію 10.03.19

Торчинський А.І., канд. техн. наук, Андреев С.К.
Інститут газу НАН України, Київ
 вул. Дегтярівська, 39, 03113 Київ, Україна, e-mail: tor_ingaz@ukr.net

Розробка модернізованих газопальникових пристроїв серії ГС-М для тунельних печей випалу керамічної цегли

На базі газопальникових пристроїв серії ГС розроблено нові пристрої, в яких встановлено газові канали для експлуатації у режимі максимальної та мінімальної довжини факелу. Вказане дає можливість підвищити стійкість факелу при низьких температурах робочого простору (нижче температури займання природного газу), що забезпечує підвищення економічних показників роботи тунельної печі випалу керамічної цегли. *Бібл. 5, рис. 2.*

Ключові слова: газопальниковий пристрій, стабілізатор горіння, мінімальна довжина факелу, тунельна піч, зона попереднього підігріву.

Torchinskij A.I., Candidate of Technical Sciences, Andreev S.K.
The Gas Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev
 39, Degtjarivska Str., 03113 Kiev, Ukraine, e-mail: tor_ingaz@ukr.net

Development of Modernized Gas Burner Device of Series GS-M for Tunnel Kilns of Ceramic Brick Firing

On the basis of gas-burning devices of the GS series, new devices have been developed, in which gas channels are installed for operation in the mode of maximum or minimum flame length. This allows to increase the stability of the flame at low temperatures of the working space (below the natural gas ignition temperature), which in turn provides an increase in the economic performance of the tunnel kiln firing ceramic bricks. *Bibl. 5, Fig. 2.*

Key words: gas burner device, combustion stabilizer, minimum flame length, tunnel furnace, preheating zone.

References

1. Isserlin A.S. [Fundamentals of burning gas fuel]. Moscow : Nedra, 1987. 336 p. (Rus.)
2. Pat. 28025 Ukr., МПК⁶ С 2 F 23 D 14/00. [Gas burner]. A.I.Torchinskij, G.N.Pavlovskij. Publ. 16.10.2000, Bul. 5.
3. Pat. 27849 Ukr., МПК⁶ С 2 F 23 D 14/00. [Gas burner]. A.I.Torchinskij, G.N.Pavlovskij, Yu.M.Velichko. Publ. 16.10.2000, Bul. 5.
4. Torchinskij A.I., Ljashko A.Yu., Sergienko A.A. [Tunnel furnaces stock for ceramic brick manufacture modernization. 1. The Program of the Tunnel Furnaces Modernization Concept and Realization]. *Energotekhnologii i resursosberezhenie [Energy Technologies and Resource Saving]*. 2010. No. 1. pp. 72–75. (Rus.)
5. Torchinskij A.I., Ljashko A.Yu., Sergienko A.A. [Tunnel furnaces stock for ceramic brick manufacture modernization. 2. The furnaces heating system development]. *Energotekhnologii i resursosberezhenie [Energy Technologies and Resource Saving]*. 2010. No. 2. pp. 57–60. (Rus.)

Received March 10, 2019